

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

②① Anmeldenummer: 86116120.6

⑤① Int. Cl. 4: **H05K 7/20**

②② Anmeldetag: 21.11.86 ...

③② Priorität: 13.12.85 CH 5329/85
20.06.86 CH 2496/86

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.08.87 Patentblatt 87/33

④④ Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE ES FR GB IT LI NL SE

⑦① Anmelder: Hasler AG
Belpstrasse 23
CH-3000 Bern 14(CH)

⑦② Erfinder: Ulrich, Bohdan
Holzmattweg 4
CH-3122 Kehrsatz(CH)
Erfinder: Diggelmann, Hans, Dr.
Strittenweg
CH-3176 Neuenegg(CH)

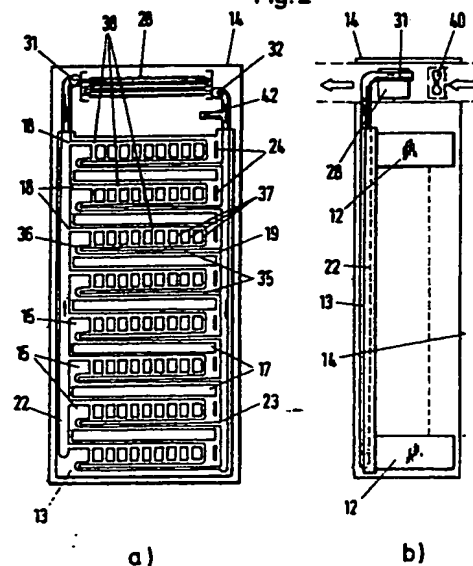
⑦④ Vertreter: Keller, René, Dr. et al
Patentanwälte Hartmut Keller, Dr. René
Keller Postfach 12
CH-3000 Bern 7(CH)

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Abführen der Verlustwärme wenigstens einer Baugruppe elektrischer Elemente.

⑤⑦ Ein Kondensator (28) ist oben (31) an eine Steigleitung (22) und unten (32) an eine Falleitung (23) angeschlossen. Unter dem Kondensator (28) ist ein vertikal stehendes, plattenförmiges Element (13) angeordnet, an dessen beiden Vertikalrändern die Leitungen (22, 23) und zwischen diesen mehrere durch Durchbrechungen (17) voneinander getrennte Verdampfer (15) für die Übertragung der Verlustwärme der elektrischen Elemente an eine Flüssigkeit gebildet sind. Jeder der Verdampfer (15) ist am einen Ende oben (18) mit der Steigleitung (22) und am gegenüberliegenden Ende (19) unten mit der Falleitung (23) verbunden. Der Kondensator (28), die Leitungen (22, 23) und die Verdampfer (15) bilden eine druckdicht geschlossene Einheit, die mit der durch die Verlustwärme in den Verdampfern (15) verdampfenden und im Kondensator (28) kondensierbaren Flüssigkeit soweit gefüllt ist, dass das Flüssigkeitsniveau über dem obersten Verdampfer (15) und unter dem Kondensator (28) oder in dessen unteren Teil liegt.

Das Element (13) bildet die Rückwand eines Elektronikgestells (14), wobei jeder Verdampfer (15) wärmeleitend mit den in einer Gestell- etage angeordneten elektrischen Elementen verbunden wird.

Fig. 2



EP 0 231 456 A1

Verfahren und Vorrichtung zum Abführen der Verlustwärme wenigstens einer Baugruppe elektrischer Elemente

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abführen der Verlustwärme wenigstens einer Baugruppe elektrischer Elemente und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, die in einfacher und preiswerter Weise universell für das Abführen der Verlustwärme verschiedenster Baugruppen elektrischer Elemente mit unterschiedlicher Verlustleistung, insbesondere für etagenweise übereinander angeordnete Baugruppen elektrischer Elemente einsetzbar sind, und es ermöglichen, auch hohe Verlustwärmemengen einer Vielzahl von Baugruppen zuverlässig abzuführen.

Die erfindungsgemässe Lösung dieser Aufgabe ist Gegenstand der Ansprüche 1 und 4. Bevorzugte Ausführungsarten sind Gegenstand der Ansprüche 2, 3 und 5-27.

Die Vorteile der Erfindung sind insbesondere in folgendem zu sehen:

An der mit der bzw. den Baugruppen elektrischer Elemente wärmeleitend zu verbindenden Wandung jedes Verdampfers stellt sich unabhängig von der Verlustleistung und unabhängig von der Wärmebelastung der übrigen Verdampfer eine nahezu konstante Temperatur ein, nämlich die Siedetemperatur der Flüssigkeit unter dem sich einstellenden Betriebsdruck.

Es wird ein äusserst zuverlässiger Kühlkreislauf erreicht, der allein durch die Verlustwärme und die Schwerkraft in Gang gesetzt und gehalten wird, ohne dass irgendwelche beweglichen Teile (Kompressor, Pumpe o. dgl.) erforderlich wären, indem durch die erste Leitung die in den Verdampfern verdampfte Flüssigkeit als Dampfblasen in der Flüssigkeit aufsteigt (bei starkem Sieden kann auch Flüssigkeit mitgerissen werden), und die im Kondensator kondensierte Flüssigkeit durch Schwerkraft in der zweiten Leitung absinkt.

Weil alle Verdampfer parallel zueinander mit dem Kondensator verbunden sind, wird ihnen durch den Kühlkreislauf je nach ihrer Wärmebelastung und damit der Menge verdampfter Flüssigkeit die jeweils erforderliche Menge kondensierter Flüssigkeit zurückgeführt, so dass stets ausreichend Flüssigkeit zum Verdampfen und damit zur Konstanthaltung der Temperatur in allen Verdampfern vorhanden ist.

Im folgenden werden eine bekannte Kühlvorrichtung und Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines Teils eines Elektronikgeräts mit einer bekannten Kühlvorrichtung,

Fig. 2a) eine Vorderansicht einer erfindungsgemässen Vorrichtung, welche die Rückwand eines etagenweise aufgeteilten Elektronikgestells bildet,

Fig. 2b) eine Seitenansicht der Vorrichtung von Fig. 2a) mit dem Elektronikgestell,

Fig. 3a) eine Fig. 2a) entsprechende Vorderansicht einer ebenfalls die Rückwand eines Elektronikgestells bildenden Variante der Vorrichtung,

Fig. 3b) eine Fig. 2b) entsprechende Seitenansicht der Variante mit dem Elektronikgestell,

Fig. 4 einen Schnitt durch einen Teil der Variante, in grösserem Massstab, und

Fig. 5 einen vertikalen Schnitt durch einen Teil eines Verdampfers und der mit diesem verbundenen elektrischen Elemente einer weiteren Variante der erfindungsgemässen Vorrichtung, in grösserem Massstab.

Das in Fig. 1 dargestellte Gerät ist ein auf dem Markt befindliches Elektronikgerät der Anmelderin. Die elektronischen Bauelemente 10 sind auf Substraten 11 (insbesondere aus Aluminiumoxid) angeordnet, und diese auf einer Trägerplatte 9, z.B. aus Aluminium. Die Substrate 11 sind relativ gut wärmeleitend und stehen über die Trägerplatten 9 in engem Wärmekontakt mit je einer Wärmeleitplatte 12, ebenfalls bevorzugt aus Aluminium. Die Wärmeleitplatten 12 übernehmen daher die Verlustwärme der Bauelemente 10 und leiten sie durch Wärmeleitung einer Wärmesenke 8 zu, mit der sie aufrecht stehend, rechtwinklig und wärmeleitend verbunden sind. Von den Substraten 11, Trägern 9 und Wärmeleitplatten 12 ist in Fig. 1 aus Gründen der Uebersichtlichkeit nur je eine gezeigt. Die Wärmesenke 8 besteht aus einer relativ dicken Metallplatte, z.B. aus Aluminium, die die aufgenommene Wärme verteilt und über Kühlrippen 16 der Umgebungsluft zuführt. Diese dienen als Wärmetauscher und geben die Wärme an vorbeiströmende Luft ab. Der Wärmefluss von den Elektronikkomponenten 10 über die Substrate 11 bis zur Kühlluft ist durch Pfeile angedeutet.

Die in Fig. 2 dargestellte Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung hat ein plattenförmiges Element 13, welches die Rückwand eines Elektronikgestells 14 bildet. Das Gestell 14 weist acht Etagen auf, in die Substrate 11, die auf grösseren, wärmeleitfähigen Platten montiert sein können, von vorne einschiebbar sind. In Fig. 2b sind Wärmeleitplatten 12 entsprechend denen von

Fig. 1 zu sehen, die parallel zu den eingeschobenen Substraten 11 und ggf. deren Trägerplatten 9 angeordnet sind und von diesen deren Wärm übernehmen.

Die Wärmeplatten 12 stehen in gutem Wärmekontakt mit Verdampfern 15 des Elements 13, von denen je einer einer Etage des Gestells 14 zugeordnet ist. Die Verdampfer 15 sind durch Durchbrüche 17 getrennt, die Wärmewiderstände bilden. Durch diese Durchbrüche 17 können z. B. elektrische Leitungen geführt oder Stecker zum elektrischen Kontaktieren der in den Etagen angeordneten Elektronik angeordnet werden.

Die in allen Etagen gleichen Verdampfer 15 sind ausgebildet als im wesentlichen plattenförmige, rechteckige Hohlkörper, die über je zwei Anschlüsse 18, 19 an zwei vertikale Rohre 22 und 23 des Elements 13 angeschlossen sind.

Die Rohre 22, 23 sind unten geschlossen und oben durch einen über dem Element 13 angeordneten Kondensator 28 miteinander verbunden, der zuoberst im Gestell 14 montiert ist. Die Verdampfer 15, die Rohre 22, 23 und der Kondensator 28 bilden eine druckdicht geschlossene Einheit, die mindestens bis zur Oberkante des obersten Verdampfers 15 und höchstens bis zum unteren Teil des Kondensators 28 mit einer Siedeflüssigkeit gefüllt ist. Die Siedeflüssigkeit ist vorzugsweise ein halogenisierter Kohlenwasserstoff, z.B. Trichlorfluormethan (CCl_3F) und so gewählt, dass sie bei dem sich in der Einheit einstellenden Betriebsdruck eine Siedetemperatur von etwa 25-30°C hat. Die Verlustwärme der elektronischen Baugruppen einer Etage wird durch die Wärmeleiter 12 zum Verdampfer 15 dieser Etage geleitet und an die Siedeflüssigkeit übertragen, so dass diese zu sieden beginnt. Die Dampfblasen führen die von der Flüssigkeit aufgenommene Wärme nach oben ab.

In jedem Verdampfer 15 strömen die entstehenden Blasen zu dessen oberen Anschluss 18, durch diesen in das Rohr 22 und darin aufwärts. Das Rohr 22 bildet also ein Steigrohr für die Dampfblasen. Die Blasen und bei starkem Sieden die durch die Blasen mitgerissene, unverdampfte Siedeflüssigkeit erreichen den Kondensator 28 über dessen oberen Anschluss 31. Im Kondensator wird das Blasen/Flüssigkeitsgemisch unter die Siedetemperatur gekühlt und die Blasen kondensiert. Die kondensierte, blasenfreie Flüssigkeit strömt infolge ihrer relativ höheren Dichte unter dem Einfluss der Schwerkraft von oben nach unten durch das zweite senkrechte Rohr 23 (Fallrohr) der Einheit und tritt durch die unteren Anschlüsse 19 der Verdampfer 15 in diese ein, wo sie wiederum unter Bildung von Blasen verdampft. Die Siedeflüssigkeit und die Blasen unterliegen damit einem kräftigen Naturumlauf. Eine Umwälzpumpe ist nicht erforderlich.

Der Hohlraum jedes Verdampfers 15 umfasst bevorzugt drei waagrechte Rohrabschnitte 35, 36, 38 und eine Mehrzahl vertikaler Rohrabschnitte 37, die wie folgt miteinander verbunden sind: Vom unteren Anschluss 19 verläuft der Rohrabschnitt 35 waagrecht parallel zum Durchbruch 17 über dessen gesamte Länge, bevor er eine Biegung um 180° nach oben macht und als zweiter waagrechter Rohrabschnitt 36 parallel zum Abschnitt 35 in der umgekehrten Richtung weiterläuft. Vom Abschnitt 36 zweigen verteilt über dessen ganze Länge die vertikalen Rohrabschnitte 37 parallel und in etwa gleichen Abständen nach oben ab. Die Abschnitte 37 münden oben in den dritten waagrechten Rohrabschnitt 38 ein. Dieser endet im oberen Anschluss 18, der diagonal zum unteren Anschluss 19 liegt. Diese bevorzugte Ausbildung der Verdampfer 15 entwickelt unabhängig von deren Lage im Element 13, d.h. unabhängig davon, ob der Verdampfer 15 oben oder unten im Gestell 14 angeordnet ist, und unabhängig von der jeweils aufzunehmenden Wärmemenge eine Art von Ventilwirkung, die praktisch nur eine Blasen- und Flüssigkeitsströmung vom tiefer gelegenen Anschluss 19 in Richtung zum höher gelegenen Anschluss 18 des jeweiligen Verdampfers 15 zulässt. Hierdurch wird gewährleistet, dass jede Etage des Elektronikgestells 14 unabhängig von den anderen Etagen jederzeit in der Lage ist, die in der Etage jeweils anfallende Wärmemenge aufzunehmen und gerichtet zum Steigrohr 22 abzuführen.

Um zu verhindern, dass Wärme von den Verdampfern 15 zum Fallrohr 23 fließt, ist es vorteilhaft, weitere Durchbrüche 24, ähnlich wie die Durchbrüche 17, vorzusehen, die zwischen den Verdampfern 15 und dem Fallrohr 23 angeordnet sind.

Wegen der im Vergleich zur reinen Flüssigkeit geringeren Dichte des Blasen/Flüssigkeitsgemisches im Steigrohr 22 und des damit erhöhten Volumens wird dieses Rohr bevorzugt mit grösserem Querschnitt ausgerüstet als das Fallrohr 23, das nur Flüssigkeit enthält.

Das über das Steigrohr 22 ankommende Gemisch aus Blasen und Flüssigkeit wird, wie bereits beschrieben, im Kondensator 28 unter Wärmeentzug kondensiert. Der Kondensator 28 kann entweder als Luftwärmetauscher (wie dargestellt) oder z.B. als Wasserwärmetauscher ausgebildet sein. In beiden Fällen wird ihm über das Steigrohr 22 zentral die gesamte im Elektronikgestell 14 anfallende Wärme zugeführt und in ihm an den Wärmeträger Luft, Wasser o. dgl. abgegeben.

Die Bereitstellung des Kühlmediums Luft, z.B. durch einen oder mehrere Lüfter 40, oder des Kühlmediums Wasser kann in Abhängigkeit vom jeweiligen Wärmeeinfall und von der Kühlmedium-Anfangstemperatur erfolgen. Hierzu werden bei-

spielsweise die Lüftermotoren 40 oder ein Wasser-reduzierventil so gesteuert, dass zwischen den Anschlüssen 31 und 32 des Kondensators 28 eine genügende, jedoch nicht eine maximal mögliche Temperaturdifferenz auftritt, bei der genannten Flüssigkeit und deren Siedetemperatur beispielsweise 5 bis 8°C.

Bei Verwendung des Kühlmediums Luft kann diese der Umgebung des Elektronikgestells 14 entnommen und wieder an diese Umgebung abgegeben werden. Vorteilhafter ist es jedoch, die Kühlluft über Ventilationskanäle so zu führen, dass die Umgebung des Elektronikgestells 14 keinerlei Temperaturbeeinflussung durch die im Elektronikgestell 14 anfallende Verlustwärme erfährt.

Zum Schutz gegen Ueberhitzung, z.B. bei Ausfall eines Lüftermotors 40, kann eine Ueberwachung der Absoluttemperatur vorgesehen werden, die einen gewissen Maximalwert nicht überschreiten darf. Weiter kann noch eine Schmelzsicherung für das Rohrsystem der Einheit 13, 28 vorgesehen sein, insbesondere ein Verschluss aus Woodschem Metall, der z.B. im randfall, bei der relativ tiefen Temperatur von etwa 90°C anspricht und ein Explodieren der Vorrichtung verhindert.

Die Einheit der Verdampfer 15 und Rohre 22, 23 wird vorteilhaft in einem gemeinsamen Herstellungsprozess hergestellt, bei dem in an sich bekannter Weise zwei Bleche so miteinander verlötet oder verschweisst werden, dass eine (unverbundene) Rohrstruktur gebildet wird, die dann in einer Form unter hohem Druck zu Rohren aufgeblasen wird. Diese Art der Herstellung ist preisgünstig und besitzt den wesentlichen Vorteil, dass das gesamte Rohrsystem der Einheit 13 entsprechend Fig. 2 nur zwei Verbindungsstellen, und zwar bei den Anschlüssen 31, 32 des Kondensators 28 aufweist. Die Durchbrüche 17 und 24 sowie eventuell andere Löcher, die z.B. für Befestigungszwecke vorgesehen sind, lassen sich vor oder nach dem Aufblasen der Rohre durch Stanzen leicht herstellen.

Das Rohrsystem der Einheit 13, 28 wird über einen Füllstutzen 42 mit der beschriebenen Siedeflüssigkeit 30 gefüllt und bezüglich seines Druckes eingestellt. Der Füllstutzen 42 wird nach dem Füllen z.B. durch Abquetschen gedichtet. Am Füllstutzen 42 lassen sich auch bequem die genannte Schmelzsicherung anbringen sowie ggf. ein Vorrats- und Ausgleichsgefäß für überschüssige Siedeflüssigkeit.

Bei der Herstellung der die Verdampfer 15 und Rohre 22, 23 umfassenden Einheit 13 in einem Stück nach dem genannten Verfahren werden die Verdampfer 15 in einer Ebene gebildet, und sind daher unmittelbar geeignet, als z.B. ebene Rückwand eines grösseren Elektronikgestells 14. Zur Verbesserung des Wärmeübergangs zwischen

den rechtwinklig zur Rückwand angeordneten Wärmeleitplatten 12 und den Verdampfern 15 lassen sich an die letzteren angeschmiegte Wärmeausgleichplatten anordnen, die zusätzlich für eine verbesserte mechanische Stabilität sorgen.

Abweichend von der oben beschriebenen Anordnung der Verdampfer 15 in einer Ebene, können diese durch geeignetes Biegen der fertigen Einheit auch geneigt angeordnet werden. Fig. 3 und 4 zeigen eine solche Variante der Vorrichtung. Die Verdampfer 15 sind bis auf den untersten nach geeignetem Freistanzen aus einer Anordnung entsprechend Fig. 2 nach vorne aus der die Rückwand bildenden Einheit 13 so herausgebogen, dass sie eine Neigung zur Horizontalen von etwa 5 bis 20° aufweisen. Der in Fig. 4 dargestellte Schnitt verläuft durch einen Verdampfer 15 längs eines Rohrabchnitts 37 und quer zu den horizontalen Rohrabchnitten 35, 36 und 38. (Der in Fig. 2 vertikale Rohrabchnitt 37 ist in Fig. 3 und 4 geneigt). Nicht geschnitten, im Hintergrund von Fig. 4, ist das Rohr 23 und ein Anschluss des Verdampfers 15 an dieses Rohr 23 zu sehen.

Der dem Verdampfer 15 von Fig. 2 bis auf die Lage vollständig entsprechende Verdampfer 15 der Variante von Fig. 3 und 4 trägt auf beiden Seiten einen Wärmeleiter 50 bzw. 51, z.B. aus Aluminium. Diese sind mit dem Verdampfer 15 gut wärmeleitend verbunden, z.B. mit ihr verschraubt, und keilförmig ausgebildet. Ihre freiliegenden Flächen 53 bzw. 54 verlaufen horizontal und tragen eine Mehrzahl von Nuten 56, von denen lediglich je eine geschnitten sichtbar ist. In diese Nuten 56 werden Trägerplatten 58 für elektronische Schaltkreise, Komponenten bzw. Bauelemente 10 eingeschoben.

Die Trägerplatten 58 entsprechen konventionellen, gedruckten Leiterplatten, sind jedoch so ausgebildet, z.B. durch eine innere Wärmeleitschicht aus Kupfer, dass sie die Verlustwärme der Komponenten 10 längs der Platte 58 zum jeweiligen Wärmeleiter 50 bzw. 51 leiten, die die Wärme aufnehmen und an den Verdampfer 15 abgeben.

Sind eine Mehrzahl von Verdampfern 15 und Wärmeleitern 50, 51 in einem Elektronikgestell 14 vorgesehen, z.B. wie in Fig. 3 gezeigt, so lassen sich Trägerplatten 58 analog wie in konventionelle Gestelle einzeln einschieben, herausziehen und auswechseln.

Die beschriebene Vorrichtung hat den wesentlichen Vorteil, dass die Verlustwärme der Elektronik effizient einem zentralen Kondensator 28 zugeführt wird, der sie bei geeigneter Ausbildung, z.B. über einen Warmluftschacht oder eine Warmwasserleitung, ohne Beeinflussung der Gestellumgebung abführen kann. Die Leitung der Wärme im Elektronikgestell 14 erfolgt dabei so, dass sich nirgends Wärmestaus ergeben können und eine gegensei-

lige Beeinflussung von Wärmeerzeugern weitgehend ausgeschlossen ist. Insgesamt wird somit im Elektronikgestell 14 eine stabile und gleichmässige Temperatur gewährleistet, die weitgehend unabhängig ist von der Temperatur der Gestellumgebung. Bei Halbleiterbauelementen lässt sich damit sicherstellen, dass die maximal zulässige Temperatur der Sperrschichten nicht überschritten wird.

Die Vorrichtung ist einfach herstellbar und universell einsetzbar für grosse und kleine Elektronikgestelle 14. Für die Bestückung der Gestelle bestehen weitgehende Freiheiten, sofern gewisse Wärmehöchstleistungen nicht überschritten werden. Versuche haben ergeben, dass pro Etage bis zu etwa 700 W und bei einem Gestell mit 10 Etagen insgesamt bis etwa 4 kW ohne weiteres abführbar sind.

Die Ausgestaltung des Aufbaus der Elemente 13 erlaubt zahlreiche Varianten. So ist die Zahl der Verdampfer 15 bzw. die Anzahl Etagen pro Elektronikgestell sowie deren Geometrie bezüglich Breite und Höhe frei wählbar. Es kann auch nur ein einziger Verdampfer 15 pro Elektronik-Gestell vorgesehen sein. Der Hohlkörper des Verdampfers 15 kann auch anders ausgestaltet sein. Zum Beispiel kann der Rohrabchnitt 36 statt am linken Ende etwa in der Mitte mit dem entsprechend kürzer ausgeführten Rohrabchnitt 35 verbunden sein. Weiter kann anstelle der Rohrabchnitte 36, 37, 38 ein gemeinsamer z.B. rechteckiger Hohlraum gebildet sein. Beachtet werden sollte jedoch, dass der Anschluss 19 mit dem unteren Teil und der Anschluss 18 mit dem oberen Teil des Hohlraums in Verbindung steht, um die richtige Umlaufrichtung der Blasen und der Flüssigkeit im Kreislauf durch den Kondensator 28 zu erreichen.

Schliesslich können die Rohre 22, 23 aus der Ebene des Elements 13 z.B. um 90° nach hinten gebogen sein, was aus Platzgründen vorteilhaft sein kann, indem das Element dadurch schmaler wird.

Bei der in Fig. 5 dargestellten Ausführungsform sind Elektronelemente 110, vorzugsweise integrierte Halbleiterschaltkreise, auf Substratplatten III, z.B. aus Aluminiumoxid, angeordnet. Diese sind mit Wärmeleitplatten 112 breitflächig verbunden, entweder direkt oder über eine wärmeleitfähige Trägerplatte 114, welche die Stabilität der Substratplatte III erhöht.

Die Wärmeleitplatten 112 sind ebene, rechteckige Platten von etwa 2 bis 3 mm Dicke und einer Fläche von bis zu 15 x 30 cm, bevorzugt aus Aluminium, die z.B. durch Stanzen aus Plattenmaterial hergestellt sind. Die Wärmeleitplatten 112 können auch als plattenförmige, in sich abgeschlossene Hohlkörper ausgebildet sein, die mit einer Siedeflüssigkeit gefüllt sind. In diesem Fall

erfolgt der Wärmetransport wie bei einem Wärmerohr (Heat pipe) durch Verdampfen und Kondensieren der Flüssigkeit an verschiedenen Stellen der Wärmeleitplatten 112.

Die Wärmeleitplatten 112 stehen mit ihren in Fig. 5 linken Randflächen 116 und oberen Seitenflächen 123 in Wärmekontakt mit einem als Wärmepuffer dienenden Körper 120 hoher Wärmekapazität. Dieser ist ein Guss- oder Ziehteil, bevorzugt aus Aluminium, der auf seiner einen - (Fig. 5 linken) Seite eine plane Fläche 122 und auf seiner anderen (in Fig. 5 rechten) Seite eine Mehrzahl paralleler Keilnuten 121 aufweist.

Die eine Keilflanke 123 der Keilnuten 121 verläuft horizontal, die andere Flanke 124 schräg nach unten und der ebene Nutboden 125 steht rechtwinklig zur Flanke 123. Der Keilwinkel beträgt bevorzugt 5°.

Jeder Nut 121 ist eine Bohrung 126 zugeordnet, die die plane Fläche 122 mit dem Nutboden 125 verbindet und zum Einstecken einer Schraube 129 dient. Die Bohrung ist auf der Seite der planen Fläche 122 erweitert, so dass der Schraubenkopf, z.B. der zylindrische Kopf einer Imbusschraube, versenkt ist.

Zum Herstellen eines guten Wärmekontaktes zwischen den Wärmeleitplatten 112 und dem Körper 120 ist in jede der Nuten 121 ein an die Form der Nuten angepasstes Keilstück 131 eingepresst. Jedes Keilstück 131 wird durch eine der Schrauben 129 angezogen und gehalten, wobei aufgrund der Keilform ein erheblicher seitlicher Anpressdruck zwischen der jeweiligen Wärmeleitplatte 112 und der zugeordneten ersten Keilflanke 121 auftritt.

Das Keilstück 131 weist auf seiner Fläche, die mit der jeweiligen Wärmeleitplatte 112 in Wärmekontakt steht, kleinflächige Erhöhungen - (nicht dargestellt) auf, mit denen es unter plastischer Verformung in die Wärmeleitplatte 112 eindringt. Hierdurch wird beim Festziehen der Schraube 129 eine Kraftkomponente in Richtung zum Nutboden 125 wirksam, die die Wärmeleitplatte 112 mit ihrer Seitenfläche 116 in Anschlagposition mit dem Nutboden 125 bringt. Das Keilstück 131 weist weiter an der Stelle der Gewindebohrung 132 eine Erhöhung 132 auf, die zum Zwecke der Zentrierung in einen zugeordneten Schlitz der Wärmeleitplatte 112 eingreift. Auf diese Weise ist ohne besonderen Aufwand eine sehr genaue Ausrichtung der Wärmeleitplatten 112 senkrecht zum Körper 120 gewährleistet.

Der Körper 120 liegt mit seiner planen Fläche 122 an der einen Seite 134 eines Verdampfers 135 an. Der Verdampfer 135 ist einer von mehreren Verdampfern eines aus zwei druckdicht miteinander verbundenen Blechen 134, 137 gefertigten Elements, das dem Element 13 entspricht. Der Teil des Blechs 134, an dem der Körper 20 anliegt, ist plan

oder nahezu plan, das Blech 137 hat gewölbte und plane Bereiche. Die gewölbten Bereiche des Blechs 137 bilden mit dem Blech 134 Hohlräume 136 (entsprechend den Rohrabschnitten 35-38 des Elements 13) für die Flüssigkeit, die planen Bereiche des Blechs 137 sind druckdicht mit dem Blech 134 verbunden (z.B. verschweisst oder verlötet). Das Blech 137 kann statt gewölbte auch z.B. rechteckig ausgebuchtete Bereiche haben, so dass die Hohlräume 136 einen z.B. viereckigen Querschnitt aufweisen.

Der Körper 120 steht kraftschlüssig und mit Druck mit einer ebenen Halteplatte 140 in Verbindung. Der Druck von dieser Platte 140 zum Körper 120 wird durch eine elastische Zwischenlage 141 und über den Verdampfer 135 vermittelt, während wenige, z.B. zwei Schrauben 142 die Zugkräfte zwischen der Halteplatte 140 und dem Körper 120 aufbringen. Der Druck wird so bemessen, dass die plane Fläche 122 des Körpers 120 und die plane oder nahezu plane Fläche 134 des Verdampfers 135 möglichst grossflächig und zwischenraumfrei gegeneinandergedrückt sind.

Die Halteplatte 140 kann als dickeres Blech von z.B. 10 mm Dicke oder als dünnes, seitlich abgekantetes und in der Mitte mit Versteifungsstreifen versehenes Blech ausgebildet sein.

Die Zwischenlage 141 ist bevorzugt ein Schaumgummi, der zusätzlich zur elastischen Verbindung eine für die Verdampfung der Flüssigkeit im Verdampfer 135 günstige Wärmeisolierung zwischen dem Verdampfer 135 und der Halteplatte 140 bewirkt. Die Zwischenlage 141 kann ein ebenes Plattenmaterial sein, das stärker an die ausgebuchteten Bereiche des Blechs 137 gepresst wird, oder es kann den Ausbuchtungen entsprechende Einbuchtungen aufweisen, so dass eine weitgehend gleichmässige Flächenpressung entsteht. Um langfristig gleiche Verhältnisse zu gewährleisten, muss die Zwischenlage 141 alterungsbeständig und dauerelastisch sein.

Die Herstellung der Vorrichtung ist einfach und billig: Die Wärmeleitplatten 112 werden rechteckig aus Plattenmaterial ausgeschnitten, bzw. -gestanzt. Die Keilstücke 131 sind einfache Frästeile aus Aluminium mit einem Schraubgewinde. Der Körper 120 wird entweder aus Plattenmaterial gefräst oder vorteilhafter gegossen oder gezogen. Die Montage erfolgt durch Zusammenstecken der genannten Teile und durch Anziehen der Schrauben 129.

Die vormontierten Wärmeleitteile 112, 120 werden sodann nach Art einer Sandwich-Konstruktion durch Verschrauben mit dem Verdampfer 135, der Zwischenlage 141 und der Halteplatte 140 vereint.

Die so zum Zwecke der Wärmeleitung verbundenen Teile weisen an allen Kontaktflächen eine erhebliche Flächenpressung auf, durch die zum einen die Teile formstabil miteinander verbunden

sind, und durch die zum anderen Unebenheiten der Oberfläche zumindest teilweise ausgeglichen werden. Die Teile benötigen aus diesem Grund keine sehr präzise Bearbeitung. Die einzuhaltenden Toleranzen sind gering. Eventuelles Einbringen von Wärmeleitung fördernden Materialien zum Ausfüllen der verbleibenden Hohlräume, z.B. einer hochviskosen Wärmeleitpaste, kann die Toleranzen weiter vermindern.

Die Vorrichtung ist flexibel, lässt sich leicht an die jeweiligen Gegebenheiten der zu kühlenden Elektronik anpassen, z.B. an die Zahl der jeweiligen Substratplatten III, an eine waagrecht liegende oder senkrecht stehende Anordnung der Substratplatten III, deren Grösse usw. und ist jederzeit demontierbar.

Ansprüche

1. Verfahren zum Abführen der Verlustwärme wenigstens einer Baugruppe elektrischer Elemente (10) an einen Wärmeträger, dadurch gekennzeichnet, dass die Verlustwärme durch einen Wärmeleiter (112, 120) einer in einem Verdampfer (15; 135) befindlichen Flüssigkeit zugeleitet, durch die Flüssigkeit unter Bildung von Dampfblasen aufgenommen und auf einem ersten, im wesentlichen aufwärts verlaufenden Weg (22) einem Kondensator (28) zugeführt, und durch diesen (28) an den Wärmeträger abgegeben wird, und dass die im Kondensator (28) kondensierte Flüssigkeit auf einem zweiten, im wesentlichen abwärts verlaufenden Weg (23) dem Verdampfer (15; 135) zurückgeführt wird, wobei ein stetiger Dampf-Flüssigkeits-Kreislauf ausschliesslich dadurch in Gang gesetzt und gehalten wird, dass aufgrund der Aufnahme und Abgabe der Verlustwärme im Verdampfer (15; 135) bzw. Kondensator (28) die mittlere Dichte auf dem ersten Weg (22) geringer ist als auf dem zweiten Weg (23).

2. Verfahren nach Anspruch 1 zum Abführen der Verlustwärme von einer Vielzahl etagenweise übereinander angeordneter Baugruppen elektrischer Elemente (10), dadurch gekennzeichnet, dass die Verlustwärme der Baugruppe bzw. -gruppen jeder Etage der Flüssigkeit eines der betreffenden Etage zugeordneten Verdampfers (15; 135) zugeleitet und dem allen Verdampfern (15; 135) gemeinsamen Kondensator (28) zugeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Fördervolumen des vorzugsweise aus Luft oder Wasser bestehenden Wärmeträgers so geregelt wird, dass die Temperatur am Einlass (31) des Kondensators (28) annähernd 5 bis 8° C über derjenigen am Auslass (32) liegt.

4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch einen Kondensator (28) mit einem an eine erste Leitung (22) angeschlossenen Einlass (31) und einem an eine zweite Leitung (23) angeschlossenen Auslass (32), und mindestens einen Verdampfer (15; 135), der tiefer als der Kondensator (28) angeordnet und mit seinem einen Anschluss (18) oben an die erste Leitung (22) und mit seinem anderen Anschluss (19) an die zweite Leitung (23) angeschlossen ist, wobei der Kondensator (28), der bzw. die Verdampfer (15; 135) und die Leitungen (22, 23) eine druckdicht geschlossene Einheit bilden, welche mit der Flüssigkeit soweit gefüllt ist, dass der Verdampfer bzw. der oberste Verdampfer (15; 135) ganz oder mindestens teilweise und der Kondensator (28) nicht oder höchstens teilweise gefüllt ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Einlass (31) oben und der Auslass (32) unten am Kondensator (28) angeordnet sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Leitung (23) mit dem unteren Teil des bzw. jedes Verdampfers (15; 135) in Verbindung steht.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, , dadurch gekennzeichnet, dass der bzw. jeder Verdampfer (15; 135) ein verzweigtes Leitungsnetz (18, 19, 35, 36, 37, 38) aufweist, dessen Zweige (37) oben (18) in einen mit der ersten Leitung (22) verbundenen Leitungsnetzabschnitt (38) und unten (19) in einen mit der zweiten Leitung (23) verbundenen Leitungsnetzabschnitt (35, 36) münden.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Leitungsnetz (18, 19, 35, 36, 37, 38) des bzw. jedes Verdampfers (15; 135) drei übereinander angeordnete, sich im wesentlichen über die ganze Länge des Verdampfers (15; 135) erstreckende Leitungsnetzabschnitte (35, 36, 38) und eine Vielzahl wenigstens annähernd vertikaler Zweige (37) umfasst, wobei die zweite Leitung (23) durch den unteren Abschnitt (35) mit dem mittleren Abschnitt (36), der letztere über annähernd seine ganze Länge durch die Zweige (37) mit dem oberen Abschnitt (38) und dieser mit der ersten Leitung (22) verbunden ist.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Verdampfer (15; 135) in Abständen übereinander angeordnet sind, die je mit der bzw. den in einer Etage angeordneten Baugruppe bzw. -gruppen elektrischer Elemente wärmeleitend zu verbinden sind und parallel zueinander an die beiden Leitungen (22, 23) angeschlossen sind.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampfer (15; 135) und die Leitungen (22, 23) als ein einziges Stück aus zwei miteinander verbundenen Blechen (134, 137) gefertigt sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Bleche (134, 137) zwischen den Verdampfern (15; 135) und/oder zwischen den Verdampfern (15; 135) und der zweiten Leitung (23) zur Vermeidung der Wärmeleitung Durchbrüche (17, 24) aufweisen.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampfer (15; 135) und die beiden Leitungen (22, 23) die Rückwand eines die Baugruppen elektrischer Elemente aufnehmenden Gestells (14) bilden.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampfer (15; 135) annähernd die Form von plattenförmigen, rechteckigen Hohlkörpern (15; 135) haben, die parallel übereinander zwischen den beiden vertikal verlaufenden Leitungen (22, 23) angeordnet sind.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Verdampfer (15; 135) und die beiden Leitungen (22, 23) in einer gemeinsamen, vertikalen Ebene liegen.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der bzw. jeder Verdampfer (135) grossflächig mit je einem als Wärmepuffer wirkenden, wärmeleitfähigen Körper (120) verbunden ist, der wärmeleitend mit der bzw. den Baugruppen elektrischer Elemente (110) zu verbinden (112) ist.

16. Vorrichtung nach den Ansprüchen 10 und 15, dadurch gekennzeichnet, dass der die eine Seite des Verdampfers (135) bildende Teil (134) des einen Blechs wenigstens annähernd eben und der die andere Seite des Verdampfers (135) bildende Teil (137) des anderen Blechs zur Bildung der Verdampferhohlräume (136) ausgebuchtete und dazwischen ebene, dicht mit dem einen Blech (134) verbundene Bereiche hat, und dass der Körper (120) wenigstens annähernd mit der gesamten Fläche des die eine Seite des Verdampfers (135) bildenden Blechteils (134) verbunden ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der die andere Seite des Verdampfers (135) bildende Blechteil (137) mit einer wärmedämmenden Schicht (141) abgedeckt ist.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass der bzw. jeder Körper (120) wenigstens eine Aufnahme (121) und ein Befestigungsmittel (131) für einen mit der bzw. den Baugruppen elektrischer Elemente (110) zu verbindenden bzw. diese tragenden Wärmeleiter (112) aufweist.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass der bzw. jeder Körper (120) an der dem Verdampfer (135) abgewandten Seite eine oder mehrere in Abständen übereinander angeordnete, horizontale Keilnuten (121) aufweist, und für jede Keilnut ein Keilstück (131) vorgesehen ist, mittels dem ein plattenförmiger, mit der bzw. den Baugruppen elektrischer Elemente (110) zu verbindender bzw. diese tragender Wärmeleiter (112) in der Keilnut - (121) festklemmbar ist.

5

10

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Keilstück (131) an einer Keiflanke kleinflächige Erhöhungen aufweist, die so ausgebildet sind, dass sie in den Wärmeleiter - (112) einzudringen vermögen.

15

21. Vorrichtung nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Keilstück - (131) mittels einer Schraube (129) in Keilrichtung am Körper (120) festziehbar und sicherbar ist.

20

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Körper (120) lösbar mit dem Verdampfer (135) verbunden (142) ist.

23. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Körper (120) mit einer mit einer Siedeflüssigkeit gefüllten, in sich abgeschlossenen Wärmeübertragungseinrichtung (112) verbunden ist, die wärmeleitend mit der bzw. den Baugruppen elektrischer Elemente (110) zu verbinden ist.

25

30

24. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die plattenförmigen Verdampfer (15; 135) zur Horizontalen geneigt sind, wobei der Neigungswinkel zwischen 5° und 20° beträgt und alle Verdampfer wenigstens annähernd denselben Neigungswinkel haben.

35

25. Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass an jedem Verdampfer (15; 135) wenigstens ein Wärmeleiter (50, 51) wärmeleitend befestigt ist, der eine sich im wesentlichen horizontal erstreckende, freie Fläche (53, 54) aufweist, die mehrere parallele Nuten (56) aufweist, in welche die Baugruppe bzw. -gruppen elektrischer Elemente (60) einer Etage tragende, wärmeleitfähige Platten (58) zur Herstellung des Wärmekontakts einschiebbar sind.

40

45

26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Leitung (22) einen grösseren Querschnitt als die zweite Leitung (23) hat.

50

27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigkeit ein halogenisierter Kohlenwasserstoff ist, insbesondere Trichlorfluormethan, dessen Siedetemperatur unter Betriebsdruck etwa 25 bis 30° C beträgt.

55

Fig. 1

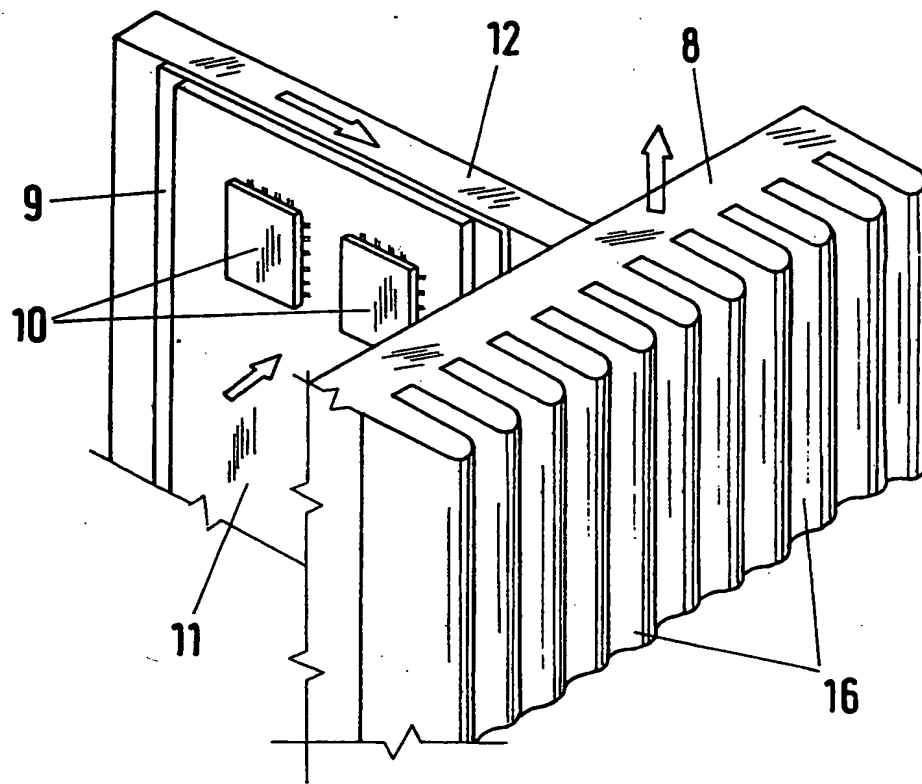


Fig. 2

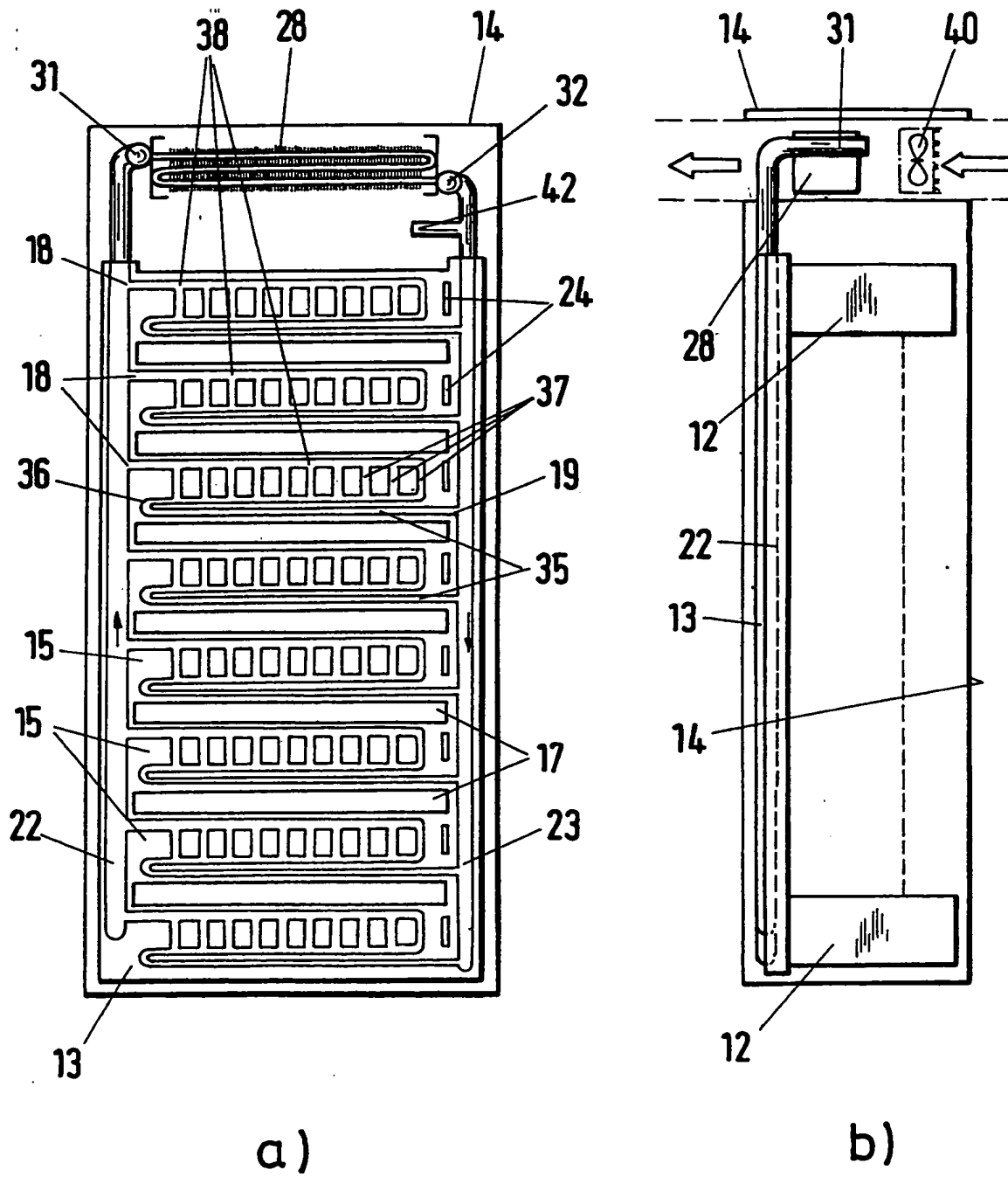
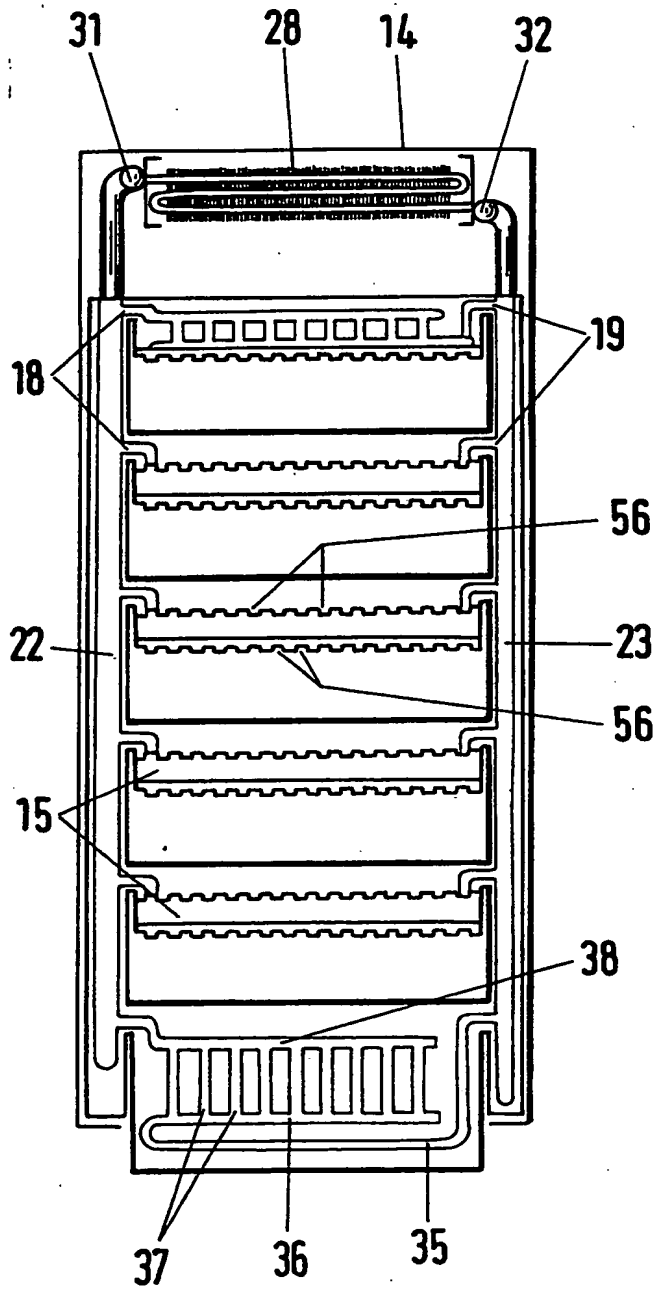
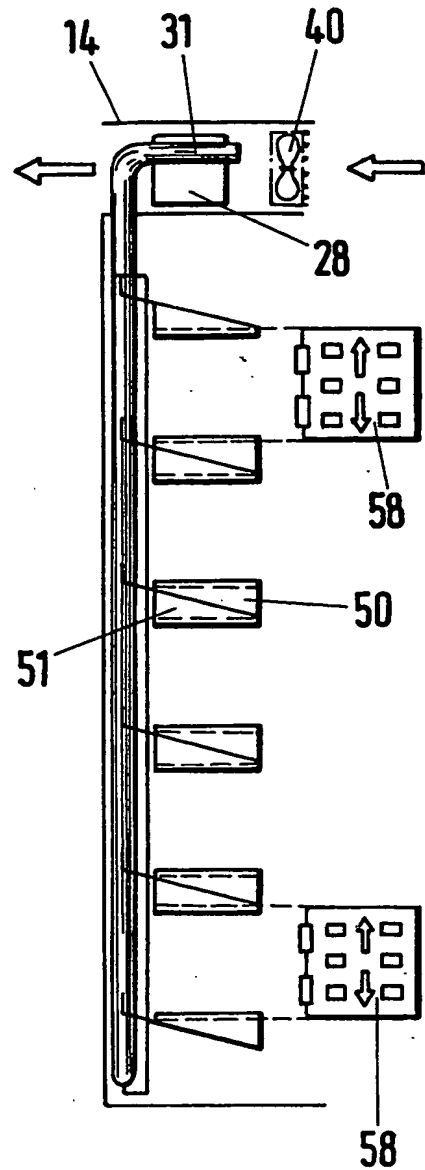


Fig.3



a)



b)

Fig. 4

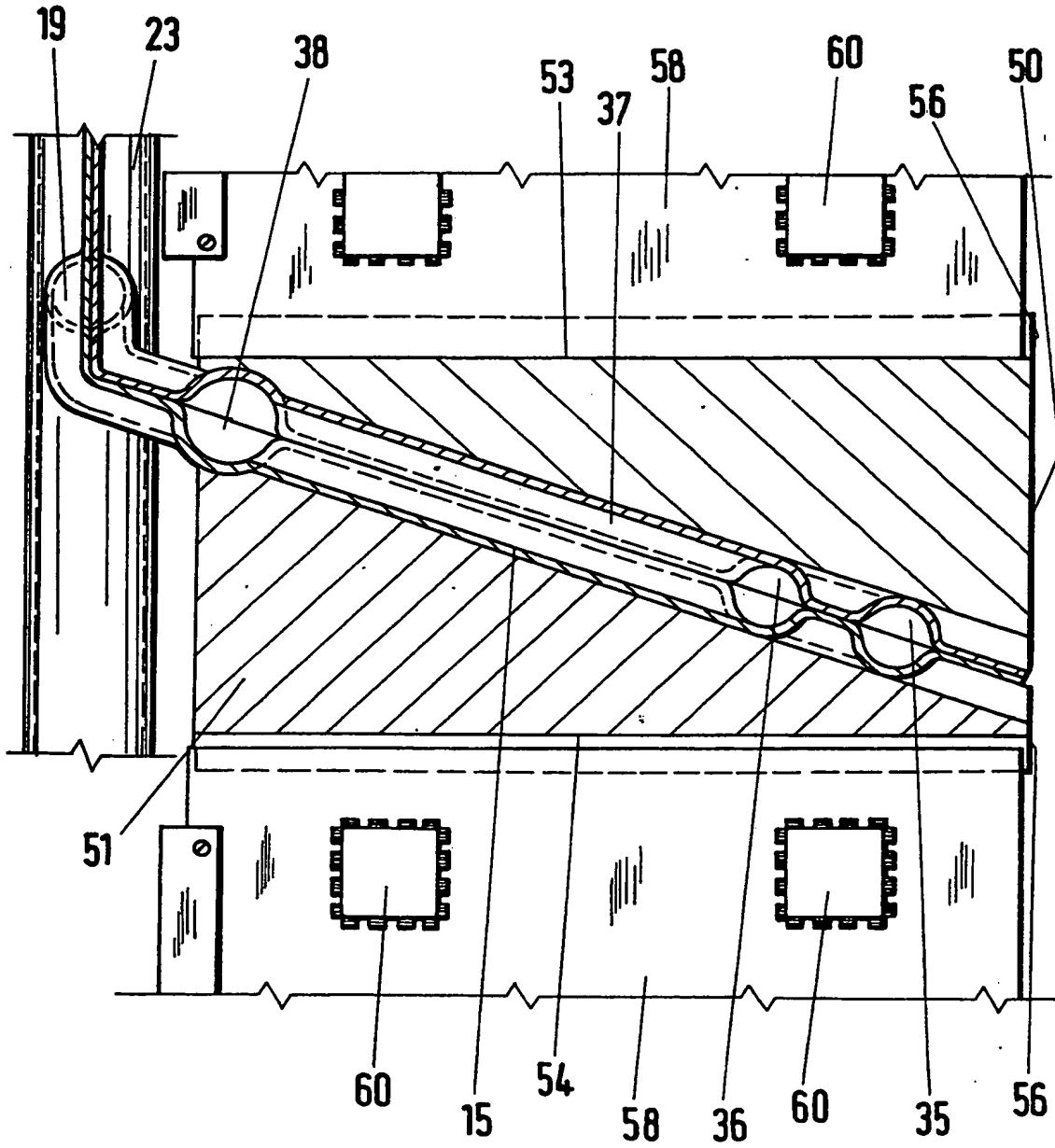
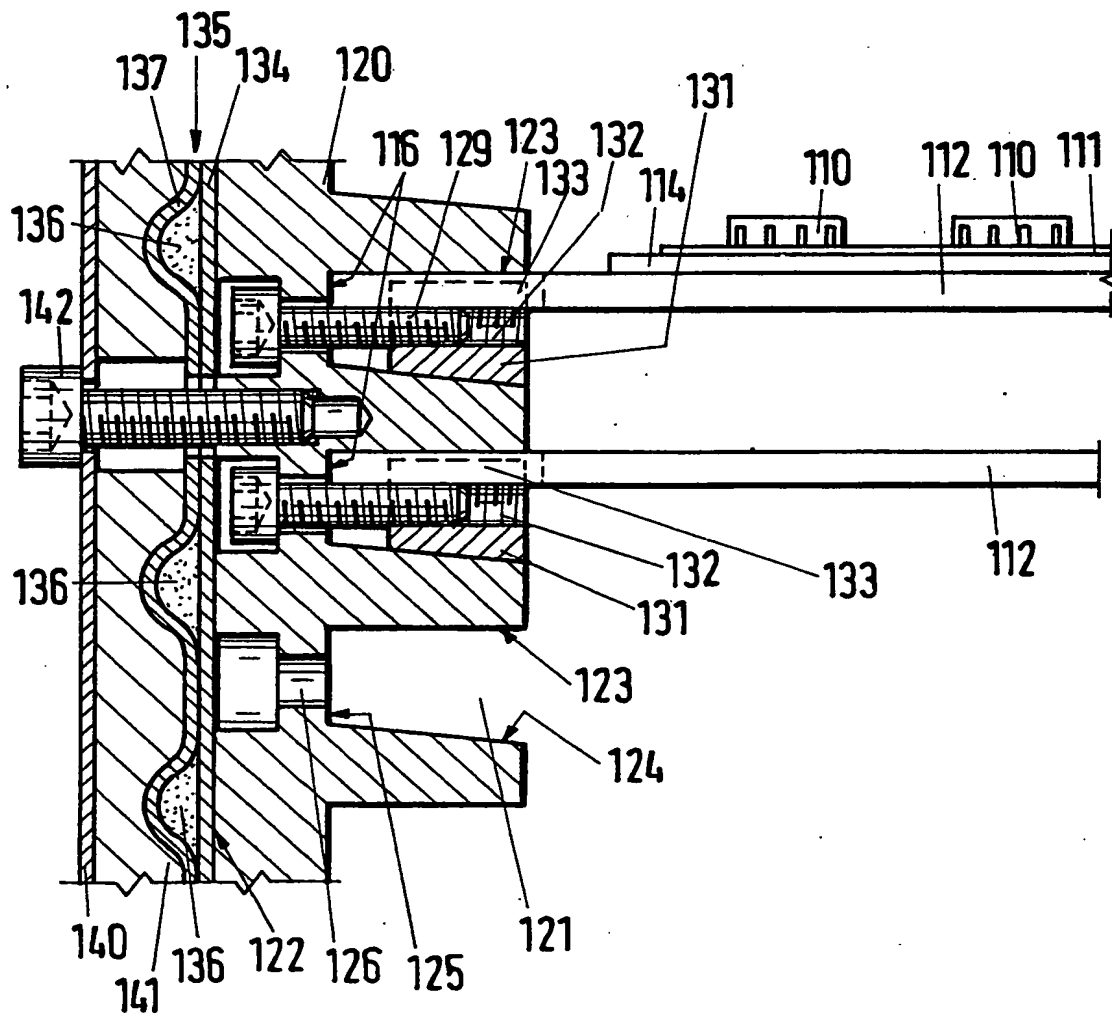


Fig.5





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 86 11 6120

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
X	WISSENSCHAFTLICHE BERICHTE A.E.G.-TELEFUNKEN, Jrg. 51, Nr. 1, 1978, Seiten 30-39, Berlin, DE; P. HEINEMEYER et al.: "Siedekühlung für Leistungshalbleiter" * Seite 33 *	1, 4, 5, 26	H 05 K 7/20
Y	Idem	2	
X	DE-A-2 046 750 (I.B.M.) * Seiten 8, 9 *	4	
Y		2	
A	DE-A-3 244 654 (FLAEKT AB) * Seite 21, Zeile 21 - Seite 22, Zeile 36 *	6-8, 15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
A	EP-A-0 052 747 (KABEL- UND METALLWERKE GUTEHOFFNUNGSHÜTTE AG) * Seite 3, Zeilen 1-13 *	6	H 05 K
A	DE-A-2 801 660 (KABEL- UND METALLWERKE GUTEHOFFNUNGSHÜTTE AG) * Seite 7, Zeile 8 - Seite 8, Zeile 5 *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 13-04-1987	Prüfer TOUSSAINT F.M.A.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, überein- stimmendes Dokument			

EPA Form 1503 03 82



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	ZEITSCHRIFT FEINWERKTECHNIK & MESSTECHNIK, Band 7, Oktober/November 1983, Seiten 333-336, München, DE; H. GERBER: "Methodische Auswahl von Kühlsystemen für elektronische Geräte" * Seite 335, Spalte 2 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 13-04-1987	Prüfer TOUSSAINT F.M.A.
<div>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</div> <div>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</div> <div>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</div>			